



REC'D 17 MAR 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 06 875.5  
**Anmeldetag:** 18. Februar 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Philips Corporate Intellectual Property  
GmbH, Hamburg/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Schaltungsanordnung zum  
Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in  
einem Kommunikationssystem mit mehreren  
Kommunikationsknoten  
**IPC:** H 04 L, G 06 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Waasmaier*

COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Waasmaier

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**



## ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren und Schaltungsanordnung zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten

- Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Überwachen und Verwalten des
- 5 Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, die über von einem Buswächter überwachte Schnittstellen kommunizieren, mit den Schritten:
- a) Bereitstellen eines vordefinierten Kommunikationszeitplanes für alle Kommunikationsknoten;
  - 10 b) Initialisieren des Buswächters;
  - c) Synchronisieren des Kommunikationszeitplanes des Buswächters mit dem von den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten ausgeführten, vordefinierten Kommunikationszeitplan, wobei das Synchronisieren aufgrund von an den Schnittstellen beobachteten Aktivitäten erfolgt;
  - 15 d) Überwachen der Aktivitäten der Kommunikationsknoten durch den Buswächter;
  - e) Vergleichen der Aktivitäten mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan; und
  - f) Deaktivieren der Schnittstelle für einen Knoten, für den eine nicht mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan kompatible Aktivität festgestellt ist.

Auch eine Schaltungsanordnung und deren Verwendung wird beschrieben.

20

## BESCHREIBUNG

Verfahren und Schaltungsanordnung zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Überwachen  
5 und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, mit denen es möglich ist, Kommunikationssysteme mit autonomer Medienzugriffskontrolle zu betreiben.

Für verteilte Echtzeit-Computersysteme, wie sie zum Beispiel in der Automobilindustrie  
10 eingesetzt werden, werden zeitgesteuerte Kommunikationsprotokolle vorgeschlagen. Solche Kommunikationsprogramme sind beispielsweise in S. Polenda, G. Kroiss "TTP: 'Drive by Wire' in greifbarer Nähe", Elektronik, Nr. 14, 1999, Seiten 36 bis 43, und J. Berwanger, u.a., "FlexRay – The Communication System for Advanced Automotive Control Systems", SAE World Congress 2001, beschrieben. Das Medienzugangsprotokoll  
15 beruht bei diesen Systemen auf einem Zeitmultiplexverfahren, wie TDMA (time division multiple access) mit einem statischen Kommunikationszeitplan, der vorab beim Systementwurf festgelegt wird. In diesem Plan ist für jeden Kommunikationsknoten festgelegt, zu welchen Zeiten er innerhalb eines Kommunikationszyklus Daten senden darf. Bei derartigen zeitgesteuerten Kommunikationsprotokollen kann es ohne weitere Schutzmaßnahmen  
20 vorkommen, dass ein einzelner fehlerhafter Knoten, auch "babbling idiot" genannt, der ständig auch außerhalb der zugewiesenen Zeitschlitze sendet, den gesamten Datenverkehr blockiert.

Um das zu verhindern, wird der Zugriff auf das Übertragungsmedium bei den genannten  
25 Protokollen üblicherweise durch einen Buswächter geschützt, wie er zum Beispiel von C. Temple "Avoiding the Babbling-Idiot Failure in a Time-Triggered Communication System" auf dem 28<sup>th</sup> Annual International Symposium on Fault-Tolerant Computing, München, Deutschland, Juni 1998, beschrieben wurde. Der Buswächter verfügt über eine unabhängige Zeitbasis und hat einen Scheduler, der den Schreibzugriff auf das Medium  
30 nur während der für einen Kommunikationsknoten reservierten Zeitschlitze und während

kurzer Toleranzbereiche vor und nach diesen Zeitschlitten zuläßt. Stellt der Buswächter fest, dass ein Kommunikationsknoten außerhalb des für ihn reservierten Zeitraumes versucht, auf den Datenbus zu schreiben, so unterbindet er diesen Zugriff, meldet einen Fehlerzustand und sperrt dauerhaft weitere Buszugriffe durch diesen Kommunikationsknoten. Auf diese Weise stellt der Buswächter die Fail-Silent-Eigenschaft eines Kommunikationsknotens sicher.

Grundsätzlich kann jeder der verteilt angeordneten Kommunikationsknoten über einen eigenen Buswächter verfügen, bei sternförmigen Netzwerken sind aber auch Lösungen mit einem zentralen Buswächter möglich, der die Kommunikation aller an einen Sternkoppler angeschlossenen Knoten überwacht. Eine ausführliche Beschreibung eines solchen zentralen Buswächters ist beispielsweise in der WO 01/13230 A1 zu finden.

Die in den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten befindlichen Kommunikations-Controller und der oder die Buswächter sollen möglichst unabhängig voneinander arbeiten, ihre Kommunikationszeitpläne müssen aber zumindest einmal bei der Initialisierung synchronisiert werden. Üblicherweise wird diese Synchronisation zusätzlich in regelmäßigen Abständen, zum Beispiel einmal zu Beginn jedes Kommunikationszyklus, wiederholt. Bei Lösungen mit dezentral in den Kommunikationsknoten angeordneten Buswächtern kann diese Synchronisation leicht mit Hilfe geeigneter Steuersignale von den Kommunikations-Controllern erreicht werden. Zur Synchronisation der verteilt angeordneten Kommunikations-Controller untereinander werden in der Regel Algorithmen zur globalen Uhrensynchronisation eingesetzt. Bei geeigneter Gestaltung der Schnittstelle zwischen Buswächter und Kommunikations-Controller können dezentral angeordnete Buswächter auch den Korrekturen zur globalen Uhrensynchronisation folgen.

Bei sternförmigen Netzwerken mit aktiven Netzwerkkopplern, im folgenden als aktive Sternkoppler bezeichnet, sind die Kommunikationsknoten üblicherweise über Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mit einem Sternkoppler verbunden. Die von einem Kommunikationsknoten gesendeten Daten werden mit Hilfe der Verteilereinheit im Sternkoppler an alle anderen Kommunikationsknoten weitergegeben. Zentrale Buswächter sollten außer den Datenleitungen keine zusätzlichen Verbindungen mit den zu überwachenden Kommuni-

kations-Controllern erfordern. Die Synchronisation des Buswächters mit den angeschlossenen Kommunikations-Controllern muß deshalb auf andere Weise als bei den dezentral angeordneten Buswächtern geschehen. Eine naheliegende Möglichkeit bietet sich durch Integration des zentralen Buswächters mit einem zugeordneten Kommunikations-Controller.

5 Dieser Kommunikations-Controller kann sich aktiv mit den anderen Kommunikations-Controllern im Netz synchronisieren und über vordefinierte Zeitschlitze auch Daten, zum Beispiel Statusinformation, senden. Wegen der räumlichen Nähe ist es möglich, mit Hilfe geeigneter Steuerleitungen den zentralen Buswächter zum Kommunikationszeitplan dieses Kommunikations-Controllers zu synchronisieren. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist die

10 große Abhängigkeit von der korrekten Funktion dieses Kommunikations-Controllers.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Gattung bereitzustellen, bei dem ein zentraler Buswächter zu dem Zeitmultiplex-Schema und der globalen Uhrzeit der verteilt angeordneten Kommunikationsknoten synchronisiert wird. Es soll

15 auch eine Schaltanordnung angegeben werden, mit der das erfindungsgemäße Verfahren zu realisieren ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie eine Schaltanordnung nach Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens

20 bzw. der erfindungsgemäßen Schaltanordnung sind Gegenstand der jeweils rückbezogenen Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, die über von

25 einem Buswächter überwachte Schnittstellen kommunizieren, weist folgende Schritte auf:

- a) Bereitstellen eines vordefinierten Kommunikationszeitplanes für alle Kommunikationsknoten;
- 30 b) Initialisieren des Buswächters;

- c) Synchronisieren des Kommunikationszeitplanes des Buswächters mit dem von den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten ausgeführten, vordefinierten Kommunikationszeitplan, wobei das Synchronisieren aufgrund von an den Schnittstellen beobachteten Aktivitäten erfolgt;
- d) Überwachen der Aktivitäten der Kommunikationsknoten durch den Buswächter;
- e) Vergleichen der Aktivitäten mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan; und
- f) Deaktivieren der Schnittstelle für einen Kommunikationsknoten, für den eine nicht mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan kompatible Aktivität festgestellt ist.
- Der Buswächter überwacht Aktivitäten auf allen Sternschnittstellen und kontrolliert mittels seines eigenen Kommunikationsschemas den Zugang aller Kommunikationsknoten zur Verteileinheit.

Unter "Aktivitäten" sollen dabei die Zustandsübergänge von "inaktiv" zu "aktiv" bzw. "aktiv" zu "inaktiv" verstanden werden. Durch Beobachten dieser Zustandsübergänge bzw. Aktivitäten erfolgt die Überwachung des Kommunikationszeitplans der Kommunikationsknoten sowie der Vergleich mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan des Buswächters, ferner die Synchronisation des vordefinierten Kommunikationszeitplans für den zentralen Buswächter zum Kommunikationszeitplan der verteilt angeordneten Kommunikationsknoten. Da im Unterschied zu bekannten Lösungen eine Dekodierung der empfangenen Datenpakete nicht erforderlich ist, ist das erfindungsgemäße Verfahren für Kommunikationssysteme mit unterschiedlichsten Codierungsverfahren einsetzbar.

Der Buswächter kann den Kommunikationszeitplan für alle angeschlossenen Kommunikationsknoten gemeinsam überwachen. Zusätzlich oder als Alternative können die auf einer bestimmten Schnittstelle beobachteten Aktivitäten gezielt mit dem Kommunikationszeitplan für den an dieser Schnittstelle angeschlossenen Kommunikationsknoten

- verglichen werden. Auf diese Weise kann das fehlerhafte Verhalten eines Kommunikationsknotens, der zum Beispiel in allen Zeitschlitzten Daten sendet, erkannt werden, noch bevor die Synchronisation des Buswächters abgeschlossen ist. Je nach Anforderungen der geplanten Verwendung könnte dann die zugehörige Schnittstelle frühzeitig deaktiviert werden, um sogar eine Störung des System-Startups zu vermeiden. Diese Eigenschaft ist besonders wichtig bei Kommunikationssystemen, bei denen nach dem Einschalten die Schutzfunktion des Buswächters deaktiviert bleiben muß, bis die Kommunikationszeitpläne des Buswächters und der Kommunikationsknoten bzw. ihrer Kommunikations-Controller synchronisiert sind.
- 10 In der Initialisierungsphase entsprechen die Aktivitäten der Kommunikations-Controller nämlich unter Umständen noch nicht dem vordefinierten Kommunikationszeitplan. Abweichungen können zum Beispiel dadurch entstehen, dass sich einzelne Kommunikations-Controller erst nach einer Verzögerung in das Netzwerk integrieren oder dass
- 15 Medienzugriffskonflikte aufgelöst werden müssen. Während dieser Zeit läßt der Buswächter Schreibzugriffe durch die Kommunikations-Controller dauerhaft zu und beschränkt sich auf das Beobachten der Aktivitäten. Die beobachteten Aktivitäten werden kontinuierlich mit einem Synchronisationsmuster verglichen, das Teil des Kommunikationszeitplans für den Buswächter ist.
- 20 Wird ein erfindungsgemäßer zentraler Buswächter eingesetzt, um die Aktivitäten zu überwachen, ist für dessen Steuerung kein zusätzlicher Kommunikations-Controller erforderlich, so dass eine mögliche Fehlerquelle entfällt.
- 25 Zur Synchronisation des Kommunikationszeitplans im zentralen Buswächter können verschiedene Verfahren eingesetzt werden. Wenn zum Beispiel bei der Definition des Kommunikationszeitplans spezielle Symbole oder Datenpakete abweichender Länge, wie etwa SOC-Frames (SOC = start of cycle) zum Kennzeichnen des Anfangs eines Kommunikationszyklus verwendet werden, lassen sich diese Datenpakete leicht erkennen und zur
- 30 Synchronisation einsetzen. Solche speziellen Datenpakete müssen nicht unbedingt am Beginn eines Kommunikationszyklus stehen, es muß aber eine eindeutige Zuordnung zu einem bekannten Zeitpunkt innerhalb des Kommunikationszyklus hergestellt werden

können. Eine weitere Möglichkeit ist das Verwenden einer vorbestimmten Folge von Datenpaketen zum Kennzeichnen eines bekannten Zeitpunktes innerhalb des Kommunikationszyklus.

- 5 Zusätzlich ist eine kontinuierliche Synchronisation des Buswächters zur globalen Uhrzeit des Kommunikationssystems entsprechend dem Verständnis der verteilt angeordneten Kommunikations-Controller erforderlich.

10 Für diese Uhrensynchronisation des Buswächters werden ebenfalls die von den Aktivitätsdetektoren erkannten Zustandsübergänge "inaktiv" zu "aktiv" oder "aktiv" zu "inaktiv" auf den Sternschnittstellen eingesetzt. Bei den meisten zeitgesteuerten Kommunikationsprotokollen eignet sich der Zeitpunkt für den Anfang eines Datenpaketes als Referenz für die Uhrensynchronisation. Dieser Zeitpunkt kann vom Buswächter als Zustandsübergang von "inaktiv" zu "aktiv" erkannt werden. Nach der Synchronisation des Kommunikationszeit-

15 plans kann der Buswächter mit Hilfe seiner lokalen Uhr die Zeitpunkte vorausberechnen, zu denen die Zustandsübergänge zur Kennzeichnung des Anfangs eines Datenpaketes erwartet werden. Außerdem kann er Erwartungsfenster definieren, die Bereiche um die Erwartungszeitpunkte festlegen, innerhalb derer ein Zustandsübergang als zulässiger Anfangszeitpunkt eines Datenpaketes angesehen wird.

20

Für jedes empfangene Datenpaket bestimmt der Buswächter die Abweichung zwischen erwartetem und tatsächlich beobachtetem Zustandsübergang. Diese Abweichung wird für jeden angeschlossenen Kommunikationsknoten unabhängig bestimmt und zur Korrektur der lokalen Uhrzeit des Buswächters eingesetzt. Diese Korrektur kann im einfachsten Fall

25 so erfolgen, dass mit dem Eintreffen jedes Datenpaketes innerhalb des berechneten Erwartungsfensters die lokale Uhrzeit an den beobachteten Zeitpunkt angepaßt wird. Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht allerdings darin, dass ein Kommunikationsknoten mit einer fehlerhaften lokalen Uhr direkten Einfluß auf die lokale Uhrzeit des Buswächters hätte.

Bezieht man in die Korrektur die gemessenen Abweichungen der Startzeitpunkte von Datenpaketen mehrerer Kommunikationsknoten ein, so läßt sich eine fehlertolerante Korrektur der lokalen Uhrzeit des Buswächters erreichen. Dabei können bekannte Algorithmen zur globalen Uhrensynchronisation eingesetzt werden.

30



- Die Synchronisation der Kommunikations-Controller untereinander erfolgt üblicherweise mit Hilfe von bekannten Verfahren zur globalen Uhrensynchronisation, wie sie beispielsweise von H. Kopetz u.a. "A synchronization strategy for a time-triggered multicluster real-time system", Proceedings, 14<sup>th</sup> Symposium on Reliable Distributed Systems, Bad Neuenahr, Deutschland, 13. - 15. September 1995, beschrieben sind.

- Ein zentraler Buswächter muß nach der Initialisierung so lange deaktiviert bleiben und damit die ungeschützte Übertragung aller gesendeten Datenpakete zulassen, bis sein Kommunikationszeitplan zu dem Kommunikationszeitplan der verteilt angeordneten Kommunikationsknoten synchronisiert ist. Erst nach erfolgter Synchronisation beginnt der Buswächter, Datenpakete nur entsprechend dem vordefinierten Kommunikationszeitplan von einem sendenden Kommunikationsknoten beispielsweise über eine Verteileinheit an die anderen Knoten weiterzugeben.
- 15 Die Erfindung beschreibt auch eine Schaltungsanordnung zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, die über Schnittstellen miteinander kommunizieren, mit
- mindestens einem aktiven Sternkoppler mit angeschlossenen
- 20 Kommunikationsknoten, wobei ein vordefinierter Kommunikationszeitplan für alle Kommunikationsknoten vorliegt; und
- einem zentralen Buswächter, der mit dem aktiven Sternkoppler verbunden ist, wobei nach dem Initialisieren des Buswächters der Kommunikationszeitplan des
- 25 Buswächters mit dem von den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten ausgeführten, vordefinierten Kommunikationszeitplan synchronisiert wird, wobei das Synchronisieren aufgrund von an den Schnittstellen beobachteten Aktivitäten erfolgt und der Buswächter die Aktivitäten der Kommunikationsknoten überwacht, die Aktivitäten mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan
- 30 vergleicht und die Schnittstelle für einen Knoten, für den eine nicht mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan kompatible Aktivität festgestellt ist, deaktiviert.

Bevorzugt weist jede Schnittstelle mindestens einen Aktivitätsdetektor auf. Dabei kann vorteilhaft ausgenutzt werden, wenn die Schnittstellen zur Richtungssteuerung im Sternkoppler ohnehin mit Aktivitätsdetektoren ausgestattet sind.

- 5 Es kann eine Verteileinheit vorgesehen sein, die die von einem Kommunikationsknoten empfangenen Signale zu den anderen Kommunikationsknoten weitergibt, sie ist aber nicht unbedingt erforderlich.

- 10 Es kann auch vorgesehen sein, einen Aktivitätsdetektor für den Buswächter zur Verfügung zu stellen, der die Aktivitäten des Sternpunktes im aktiven Sternkoppler überwacht. Hier steht dann nur die Information über den Zeitpunkt einer Zustandsänderung zur Verfügung. Die Zuordnung einer Aktivität zu einer Schnittstelle kann der Buswächter allerdings nicht erkennen. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass sie auch mit Bustreibern realisierbar ist, die kein Aktivitätssignal zur Verfügung stellen.

15

Bei sternförmigen Netzwerken mit aktiven Sternkopplern kann der Buswächter vorteilhaft mit dem aktiven Sternkoppler zu einer Einheit kombiniert werden. Kosten und Platzbedarf eines aktiven Sternkopplers mit einem solchen integrierten Buswächter können durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahren verringert werden.

20

Bei Verwendung mindestens einer Schaltungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung erlaubt der Buswächter Zugriffe der angeschlossenen Kommunikationsknoten zum Beispiel auf die Verteileinheit des aktiven Sternkopplers nur entsprechend seinem eigenen Kommunikationszeitplan. Werden mehrere Schaltungsanordnungen in einem zeitgesteuerten Kommunikationssystem mit aktiver Mehrfachsterntopologie verwendet, schließt dies auch die Kommunikation zwischen aktiven Sternkopplern ein. Anwendungsgebiete liegen zum Beispiel in der Automobil- und Luftfahrtindustrie.

25

- 30 Im folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigt

Figur 1 ein schematisches Schaubild einer Ausführungsform eines aktiven Sternkopplers mit einem Buswächter gemäß der vorliegenden Erfindung;

- Figur 2 ein schematisches Schaubild einer Ausführungsform ähnlich der Figur 1, jedoch ohne eine Verteileinheit;
- 5 Figur 3 ein schematisches Schaubild einer weiter vereinfachten Ausführungsform mit einem zusätzlichen Aktivitätsdetektor für den Buswächter;
- Figur 4 ein Beispiel für einen Kommunikationszeitplan; und
- 10 Figur 5 ein weiteres Beispiel für einen Kommunikationszeitplan.
- Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines aktiven Sternkopplers mit Kommunikationsknoten 10, 20, 30, die über zugeordnete bidirektionale Bustreiber 12, 22, 32 zu einem Sternpunkt 40 führen und mit einer Verteileinheit 50 verbunden sind, welche empfangene
- 15 Daten verteilt. Jeder Bustreiber 12, 22, 32 besteht aus einem Sendeweg und einem Empfangsweg, die in üblicher Weise mittels Verstärkern AS und AE realisiert sind. Die Verteileinheit 50 kann zum Beispiel in digitaler Form als "finite state machine" ausgeführt sein. Mit den Bustreibern 12, 22, 32 und der Verteileinheit 50 ist ein Buswächter 60 verbunden, an den zur Steuerung und Konfiguration des Buswächters 60 ein Host-Controller
- 20 70 angeschlossen ist. Es weist jeder der Bustreiber 12, 22, 32 einen Aktivitätsdetektor 14, 24, 34 auf, der so in den Empfangsweg des jeweiligen Bustreibers 12, 22, 32 geschaltet ist, dass er Aktivitäten auf dem Empfangsweg erkennen und an den Buswächter 60 melden kann. Im dargestellten Grundzustand arbeiten alle Bustreiber 12, 22, 32 als Empfänger, der Buswächter 60 läßt Schreibzugriffe durch die Kommunikationsknoten dauerhaft zu.
- 25 Treffen nun an einer der Schnittstellen Daten von dem angeschlossenen Kommunikationsknoten 10, 20 oder 30 ein, beispielsweise vom Knoten 30, so meldet der zugehörige Aktivitätsdetektor 34 dies an die Verteileinheit 50. Diese steuert daraufhin die Schalter S2 in den anderen Bustreibern 10, 20 so, dass diese auf Senden geschaltet werden. Dies ermöglicht die Verteilung der empfangenen Daten auf die Kommunikationsknoten 10, 20.
- 30 Medienzugriffskonflikte kann die Verteileinheit 50 an gleichzeitig von mehreren Schnittstellen gemeldeten Aktivitäten erkennen und zum Beispiel durch eine Prioritätssteuerung auflösen. Diese Grundfunktion des aktiven Sternkopplers wird durch den Buswächter 60

dahingehend ergänzt, dass er die Aktivitätssignale von den einzelnen Bustreibern auswertet und über Steuerleitungen mit Hilfe der Schalter S1 Schreibzugriffe durch die angeschlossenen Kommunikationsknoten zulassen oder unterbinden kann.

- 5 In Figur 2 ist eine alternative Ausführungsform dargestellt, die keine Verteileinheit aufweist. Jeder Bustreiber 12, 22, 32 ist mit einem Aktivitätsdetektor 14, 24, 34 für das empfangene Signal und einem Aktivitätsdetektor 16, 26, 36 für das gesendete Signal versehen. In der dargestellten Schalterstellung wird bei einem empfangenen Datenpaket Aktivität auf einer Schnittstelle zuerst von dem Aktivitätsdetektor 14 und nach einer
- 10 kurzen Verzögerung auch von dem Aktivitätsdetektor 16 erkannt. Bei einem vom Sternpunkt zur Schnittstelle gesendeten Signal wird Aktivität nur vom Aktivitätsdetektor 16 erkannt. Aus den Zuständen und dem zeitlichen Verlauf der beiden Aktivitätssignale leitet ein Steuerwerk, schematisch mit 18 bzw. 28, 38 bezeichnet, das Steuersignal für die Richtungsumschaltung durch den Schalter S2 ab. Eine solche Steuerung ist aus der noch nicht
- 15 offengelegten Parentanmeldung ... (ID 605940 "Active star without data loss") bekannt. Der Buswächter 60 erhält wie bei der Ausführungsform nach Figur 1 unabhängige Aktivitätssignale von allen Bustreibern 12, 22, 32 und kontrolliert Schreibzugriffe durch die Kommunikationsknoten 10, 20, 30 jeweils durch die Schalter S1 in den Bustreibern.
- 20 Eine weitere Ausführungsform ist in Figur 3 dargestellt. Der Buswächter 60 verfügt über einen eigenen Aktivitätsdetektor 62 zur Überwachung der Aktivitäten im Sternpunkt 40. Im Gegensatz zu den Schaltungsanordnungen nach den Figuren 1 und 2 steht hier nur die Information über den Zeitpunkt einer Zustandsänderung zur Verfügung. Die Zuordnung einer Aktivität zu einer Schnittstelle kann der Buswächter 60 nicht erkennen. Allerdings
- 25 kann das erfindungsgemäße Verfahren hier auch mit Bustreibern realisiert werden, die kein Aktivitätssignal zur Verfügung stellen.

- Der Buswächter 60 erhält mit Hilfe der Signale von den Aktivitätsdetektoren Information über den aktuell beobachteten Zustand "aktiv" bzw. "inaktiv" auf den Dateneingängen des
- 30 Sternkopplers. Er kann daraus die Zeitpunkte für die Zustandsübergänge und damit die Zeitpunkte und die Dauer der übertragenen Datenpakete bestimmen. Bei den Ausführungsformen nach Figur 1 und Figur 2 werden dem Buswächter 60 die Aktivitätssignale

von jeder Schnittstelle der Knoten 10, 20, 30 zugeführt. Er kann deshalb sowohl die Aktivitäten an einzelnen Schnittstellen als auch alle Aktivitäten gemeinsam mit seinem vordefinierten Kommunikationszeitplan vergleichen. Dieser Kommunikationszeitplan kann entweder vom Host-Controller 70 über eine Kommunikationsschnittstelle 80 in den

5 Buswächter 60 übertragen werden oder, wenn eine vereinfachte Schaltungsanordnung verwendet wird, in einem Festpeicher des Buswächters 60, beispielsweise einem ROM oder einem FLASH, gespeichert sein.

Optionen für die Synchronisation des Kommunikationszyklus sollen im Zusammenhang

10 mit den Figuren 4 und 5 beschrieben werden.

Figur 4 zeigt ein Beispiel für einen Kommunikationszeitplan, bei dem genau ein Datenpaket vorgesehen ist, dessen Länge von der Länge aller anderen Datenpakete abweicht. Sobald der Buswächter dieses Datenpaket an seiner Länge erkennt, kann er seinen Kom-

15 munikationszeitplan synchronisieren. Hier ist es nicht notwendig, die Zuordnung von Datenpaketen zu Sternschnittstellen zu kennen. Im dargestellten Beispiel unterscheidet sich die Dauer des SOC-Symbols von der Dauer aller anderen Datenpakete. Das SOC-Symbol wird periodisch zu Beginn des Kommunikationszyklus gesendet. Hierdurch kann Fehlsynchronisation durch zufällige Störimpulse verhindert werden. Dazu definiert der

20 Buswächter nach Ablauf eines Kommunikationszyklus ein SOC-Erwartungsfenster und führt die Synchronisation seiner lokalen Uhr erst aus, wenn innerhalb dieses Fensters erneut der Beginn eines SOC-Symbols erkannt wurde.

Figur 5 zeigt ein Beispiel eines Kommunikationszeitplanes, der eine Folge von regulären

25 Datenpaketen vorsieht, die einschließlic ihrer Zuordnung zu Sternschnittstellen nur einmal innerhalb des Zeitmultiplexrahmens vorkommt. Diese Folge sollte so gewählt werden, dass sie auch dann nicht mit anderen vorkommenden Folgen verwechselt werden kann, wenn eines der zu dieser Folge gehörenden Datenpakete fehlt, um eine Synchronisation auch beim Ausfall eines Kommunikationsknotens zu ermöglichen. In Figur 5 dargestellt ist als Beispiel die Folge frame 2 – frame 3 – frame 4 zur Synchronisation einge-

30 setzt.

Eine Kombination der beiden beschriebenen Optionen trägt zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Synchronisation bei.

- 5 Der Buswächter kann für die Dauer eines vollständigen Kommunikationszyklus die beobachteten Zeitpunkte von Aktivitäten auf den Datenleitungen speichern und dann in einem zweiten Schritt durch Vergleich bzw. Korrelation dieser Zeitpunkte mit dem Kommunikationszeitplan die korrekte Synchronisation bestimmen.

- 10 Sobald die beobachteten Aktivitäten der Kommunikationsknoten eindeutig mit dem vordefinierten Synchronisationsmuster bzw. Synchronisationssymbol übereinstimmen, kann der Buswächter seinen Kommunikationszeitplan synchronisieren. Danach erst übt er seine eigentliche Schutzfunktion aus und läßt mit Hilfe des Schalters S1 in den Bustreibern Schreibzugriffe durch die Kommunikationsknoten nur entsprechend seinem eigenen Kommunikationszeitplan zu.

15

- Sendet ein Kommunikationsknoten Daten außerhalb der Zeitschlitzze, die nach dem Kommunikationszeitplan des Buswächters für diesen Kommunikationsknoten freigegeben sind, so sperrt der Schalter S1 den Zugang zur Verteileinheit. Mit Hilfe der Signale von den Aktivitätsdetektoren kann der Buswächter eine solche Verletzung des Zeitplans erkennen und an den Hostcontroller melden. Je nach Applikation kann der Hostcontroller den Zugang für einen Kommunikationsknoten mit fehlerhaftem Zeitverhalten selbständig sperren oder diesen Fehler an eine übergeordnete Diagnoseeinheit melden, die dann zum Beispiel einen Reset des fehlerhaften Kommunikationsknotens auslöst.
- 20

- 25 Wie eingangs schon erläutert, muß neben der Synchronisation des Buswächters zum Kommunikationszeitplan der angeschlossenen Kommunikationsknoten sichergestellt sein, dass die lokale Uhr des Buswächters zu den lokalen Uhren der Kommunikationsknoten und diese untereinander synchronisiert werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, die über von einem Buswächter überwachte Schnittstellen kommunizieren, mit den Schritten:
  - 5 a) Bereitstellen eines vordefinierten Kommunikationszeitplanes für alle Kommunikationsknoten;
  - b) Initialisieren des Buswächters;
  - 10 c) Synchronisieren des Kommunikationszeitplanes des Buswächters mit dem von den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten ausgeführten vordefinierten Kommunikationszeitplan, wobei das Synchronisieren aufgrund von an den Schnittstellen beobachteten Aktivitäten erfolgt;
  - 15 d) Überwachen der Aktivitäten der Kommunikationsknoten durch den Buswächter;
  - e) Vergleichen der Aktivitäten mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan; und
  - 20 f) Deaktivieren der Schnittstelle für einen Kommunikationsknoten, für den eine nicht mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan kompatible Aktivität festgestellt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die Aktivitäten der Kommunikationsknoten an jeder Schnittstelle überwacht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Aktivitäten mehrerer Kommunikationsknoten zentral überwacht werden.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der vordefinierte Kommunikationszeitplan ein Datenpaket abweichender Länge zum  
Kennzeichnen eines Zeitpunkts im Kommunikationszyklus enthält, das durch den  
Buswächter zur Synchronisation des Kommunikationszeitplans verwendet wird.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der vordefinierte Kommunikationszeitplan eine vorbestimmte Folge von  
Datenpaketen zum Kennzeichnen eines Zeitpunkts im Kommunikationszyklus enthält, die  
15 durch den Buswächter zur Synchronisation des Kommunikationszeitplans verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Buswächter durch Beobachten der Aktivitäten aller Kommunikationsknoten  
20 kontinuierlich zur globalen Uhrzeit des Kommunikationssystem synchronisiert wird.

25

30



7. Schaltungsanordnung zum Überwachen und Verwalten des Datenverkehrs in einem Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsknoten, die über Schnittstellen kommunizieren, mit

- 5 - mindestens einem aktiven Sternkoppler mit angeschlossenen Kommunikationsknoten (10, 20, 30), wobei ein vordefinierter Kommunikationszeitplan für alle Kommunikationsknoten bereitgestellt ist; und
- 10 - einem zentralen Buswächter (60), der mit dem aktiven Sternkoppler verbunden ist, wobei nach dem Initialisieren des Buswächters der Kommunikationszeitplan des Buswächters mit dem von den verteilt angeordneten Kommunikationsknoten ausgeführten, vordefinierten Kommunikationszeitplan synchronisiert wird, wobei
- 15 das Synchronisieren aufgrund von an den Schnittstellen beobachteten Aktivitäten erfolgt und der Buswächter die Aktivitäten der Kommunikationsknoten (10, 20, 30) überwacht, die Aktivitäten mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan vergleicht und die Schnittstelle für einen Knoten, für den eine mit dem vordefinierten Kommunikationszeitplan nicht kompatible Aktivität festgestellt ist, deaktiviert.

20 8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jede Schnittstelle mindestens einen Aktivitätsdetektor (14, 16; 24, 26; 34, 36) aufweist.

25 9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem Buswächter (60) ein Aktivitätsdetektor (62) zugeordnet ist, welcher die Aktivitäten am Sternpunkt (40) des aktiven Sternkopplers meldet.

30

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Buswächter (60) mit dem aktiven Sternkoppler zu einer Einheit kombiniert ist.
- 5 11. Verwendung mindestens einer Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 8  
bis 11 in einem zeitgesteuerten Kommunikationssystem mit aktiver  
Mehrfachsterntopologie.

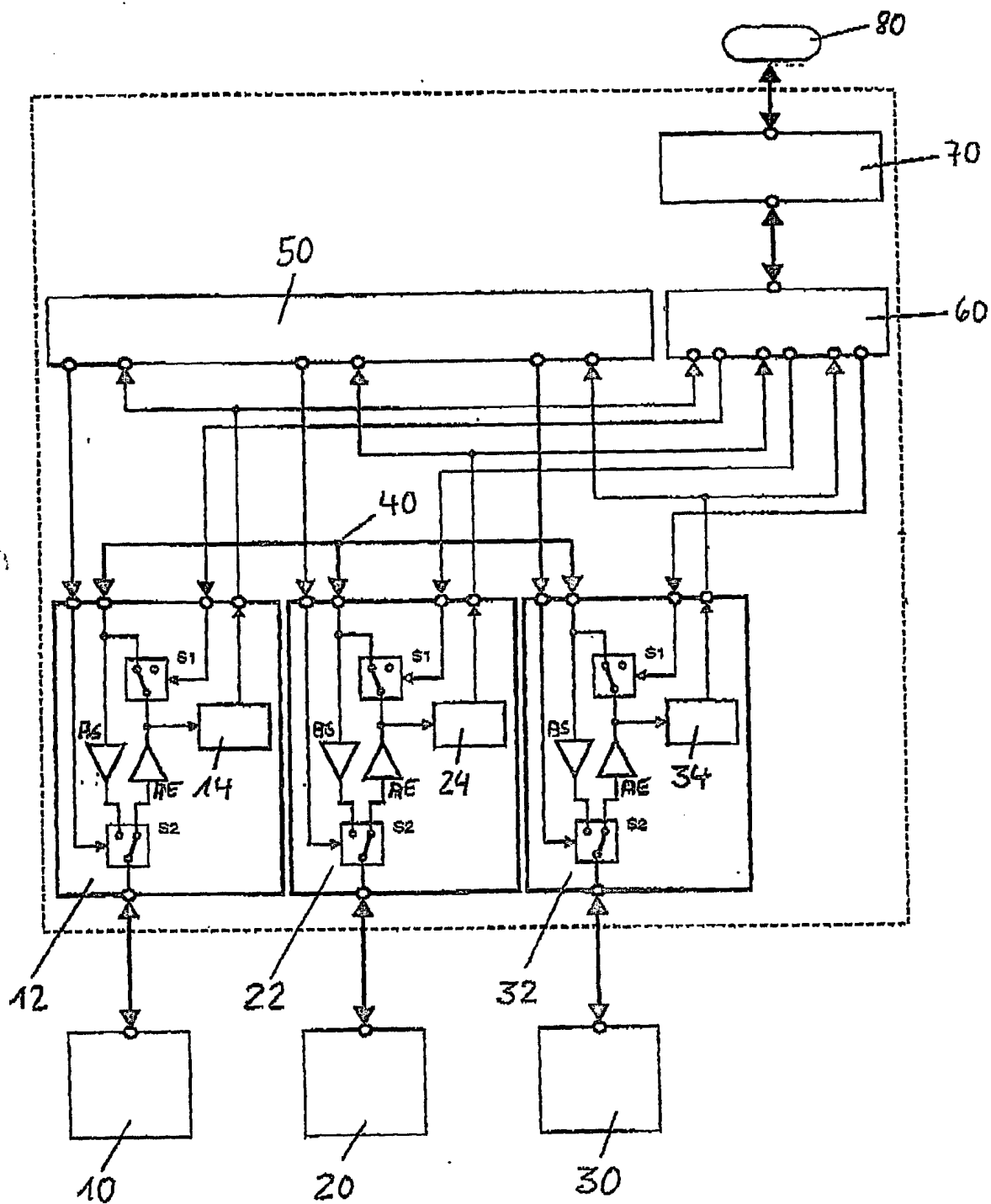


FIG. 1

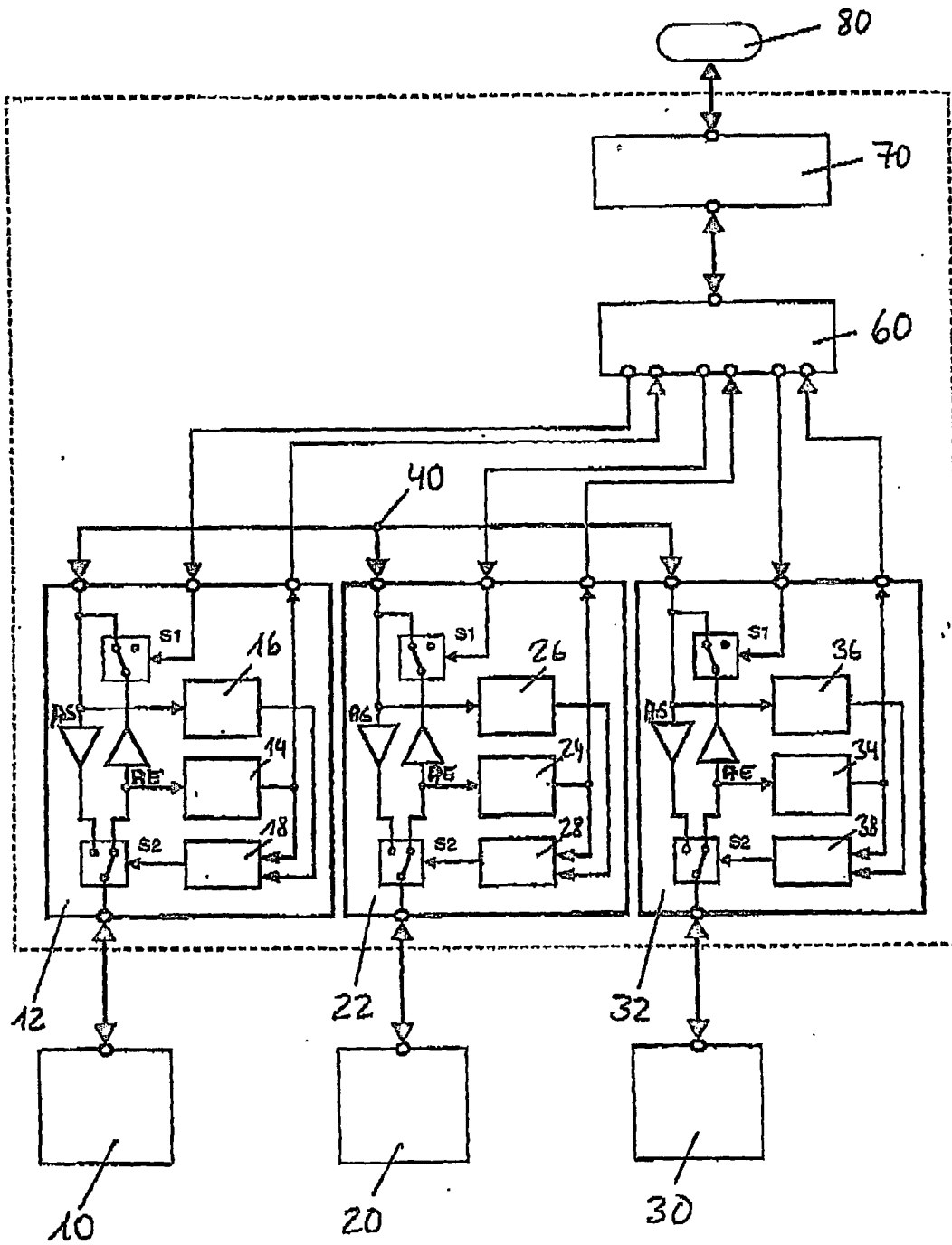
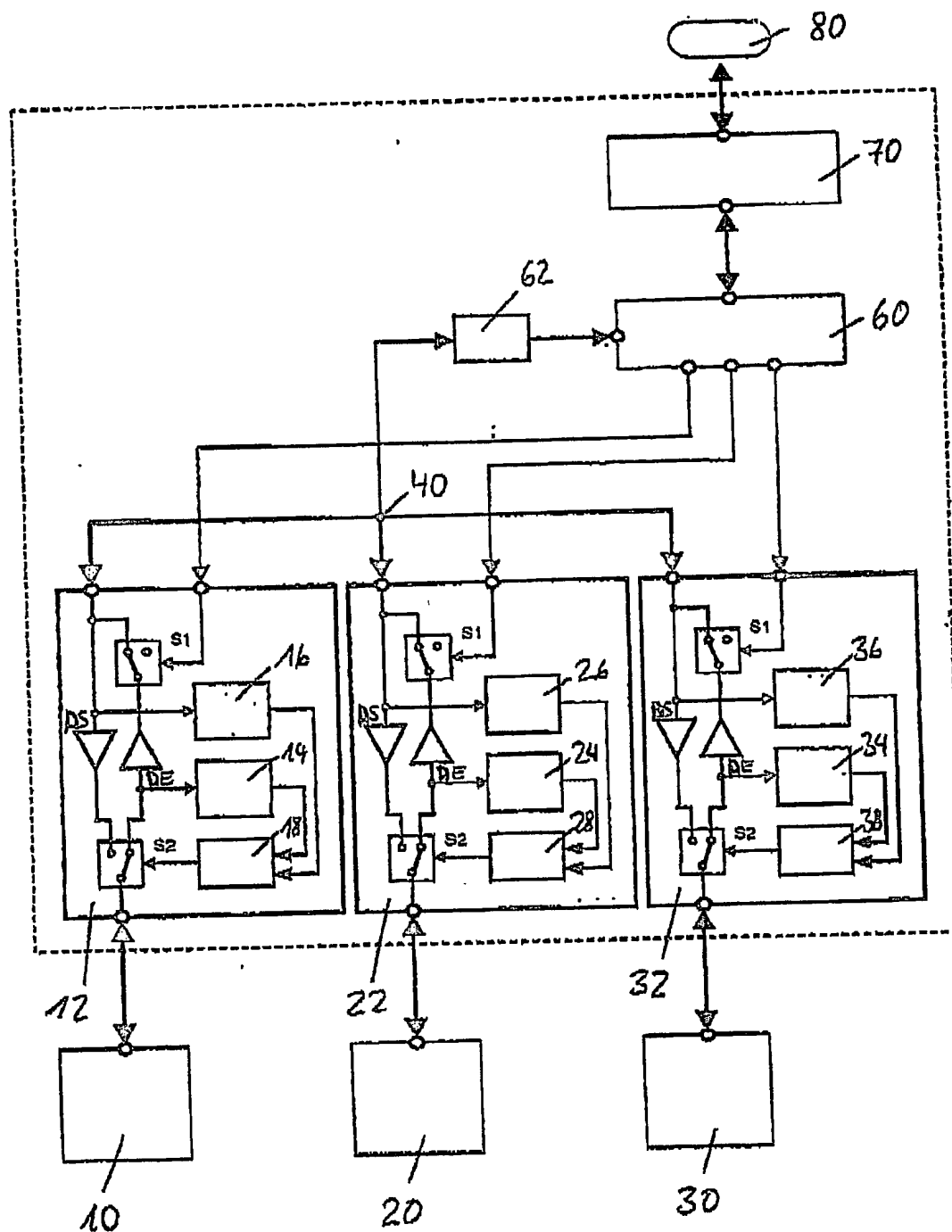


FIG. 2



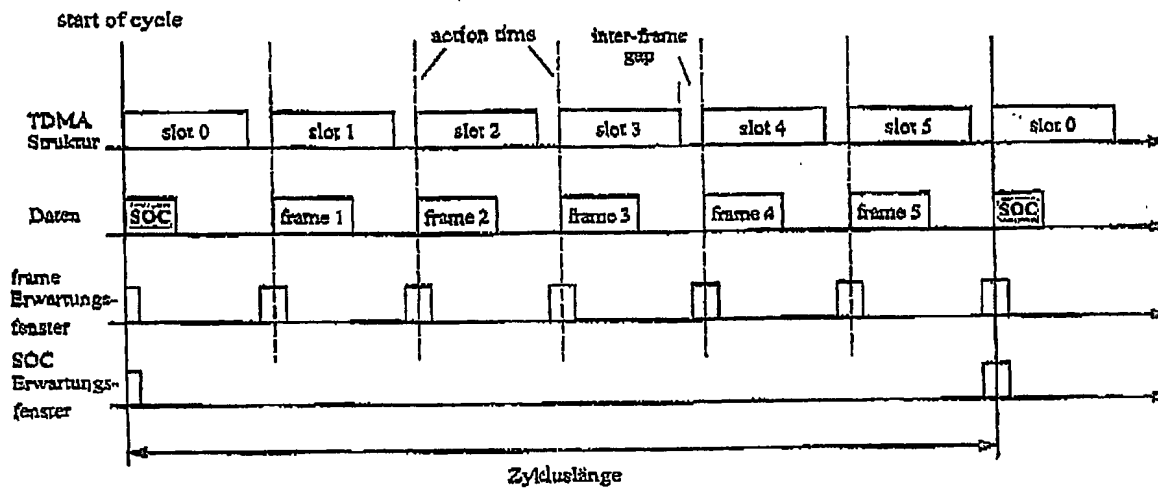


FIG. 4

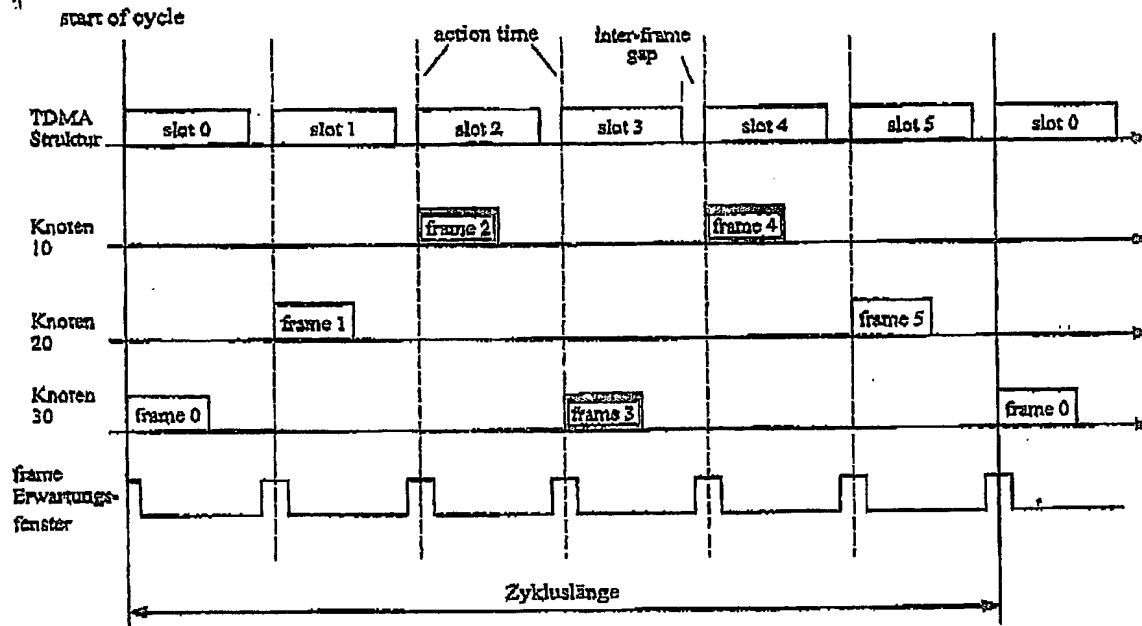


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**